



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DA NATUREZA  
DEPARTAMENTO DE GEOCIÊNCIAS  
COORDENAÇÃO DO CURSO DE GEOGRAFIA**

**GISELE SOUZA DA CUNHA**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS NAS  
CISTERNAS DA COMUNIDADE URUÇU NO  
MUNICÍPIO DE GURINHÉM: UMA  
ABORDAGEM GEOGRÁFICA**

**JOÃO PESSOA  
2014**

**GISELE SOUZA DA CUNHA**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS NAS  
CISTERNAS DA COMUNIDADE URUÇU NO MUNICÍPIO DE  
GURINHÉM: UMA ABORDAGEM GEOGRÁFICA**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

**Orientador:** Prof.<sup>o</sup> Dr. Richarde Maques da Silva.

**JOÃO PESSOA  
2014**

C972a Cunha, Gisele Souza da.

*Avaliação da qualidade das águas nas cisternas da comunidade Uruçu no município de Gurinhém: uma abordagem geográfica / Gisele Souza da Cunha.- João Pessoa, 2014.*

52f.

*Orientador: Richarde Marques da Silva*

*Monografia (Graduação) - UFPB/CCEN*

## **TERMO DE APROVAÇÃO**

GISELE SOUZA DA CUNHA

### **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS NAS CISTRNAS DA COMUNIDADE URUÇU NO MUNICÍPIO DE GURINHÉM: UMA ABORDAGEM GEOGRÁFICA**

Monografia aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Geografia pela Universidade Federal da Paraíba, pela seguinte banca examinadora:

---

Prof. Dr. Richarde Marques da Silva  
Departamento de Geociências – DGEOC/UFPB  
(Orientador)

---

M.sc. André Queiroga Reis  
LEA/UFPB  
(Examinador)

---

M.sc. Franklin Mendonça Linhares  
(Examinador)

João Pessoa, \_\_\_\_ de Março de 2014.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu pai do céu, pelo depósito de confiança e atualização de fé que Ele me proporcionou na construção da minha vida e principalmente nesta caminhada, sem Ele não seria possível, todo estímulo e esforço em cada fragilidade me fez chegar até aqui;

À minha família, meus pais (Graça e Severino) e meu irmão (Juliano), principalmente a minha mãe, que esteve me apoiando nessa caminhada desde o jardim de infância, todas as cobranças, todo o apoio e todas as vetadas que ela me proporcionou me fez tornar o ser humano que sou;

À segunda parte da minha família, àqueles que me acolheram como filha e como irmã: Luciana, José Carlos, Joana, Matheus, Medeiros, Nadja e Eduarda. Um carinho especial por minha tia Lú, que não foi só tia, foi uma segunda mãe, teve papel fundamental na minha formação e me orientou a trilhar pelos melhores caminhos.

A todos que fazem a Universidade Federal da Paraíba, aos professores e funcionários do departamento de Geociências, um olhar especial a nossa secretária da coordenação Elvira;

Ao professor Pedro, por todo carinho, pela acolhida nos projetos e por todas as coisas ensinadas;

Ao Professor Richarde Marques pela aceitação, paciência e confiança;

As minhas amigas Kalline Fernandes e Janiele Souza por me ouvirem nos momentos difíceis, vocês são a prova viva que existem amigos de verdade, que duram mais que 365 dias e que não estão só disponíveis nos momentos felizes, amo vocês de uma forma ímpar;

Aos amigos que construí nessa trajetória, os que ficarão os que passaram no teste, os que me deram força até o fim e não me deixaram fracassar, a vocês: Larissa, Natieli Tenório e Segundo Neto, são mais que amigos, são verdadeiros irmãos;

Aos meus colegas de curso Vinicius Lima, Rayssa, Annely Melo, Jean, foi ótimo tudo o que construímos feliz por terem participado da minha vida, um carinho especial por minha amiga e companheira Ana Paula (Paulinha), que esteve comigo em todos os momentos deste curso;

Aos membros do LEGAT por toda a parceria em todo esse tempo, Camila, Eliane, Cecília, Flávia, Diego, Raoni, Michael, Iran;

Aos amigos Daniel Fernandes, Thamires Moura e Ângela Nádia Souza, por toda paciência, dedicação e ajuda;

Ao Agente de Saúde Comunitário Júlio pela ajuda no reconhecimento da área abordada nesta pesquisa;

Enfim, a todos que de forma direta e indireta contribuíram para a realização desta nova etapa da minha vida.

## **EPÍGRAFE**

**"Os pequenos atos que se executam são  
melhores que todos aqueles grandes que  
apenas planejam"**

**C. Marshall**

## RESUMO

Este trabalho tem como objetivo analisar o risco potencial à saúde pública das águas nas cisternas de placa no município de Gurinhém, levando em consideração sua distribuição espacial e a qualidade da água armazenada. A busca pela melhoria e convívio com a problemática da falta de água é uma prática comum entre a população que habita essa região, essa deficiência quanto à água potável pode ser considerada um dos maiores problemas enfrentados neste contexto, principalmente quando se trata de comunidades rurais. Esta pesquisa foi realizada nos reservatórios da comunidade rural Uruçu situada no município de Gurinhém Paraíba e visa analisar a qualidade da água, utilizando parâmetros estabelecidos pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) e a Tecnologia em Análise de Águas, Consultoria em vigilância Sanitária Ambiental. Busca-se ainda um enfoque quanto às formas de higienização e cuidados com o manejo das águas consumidas pela comunidade. As cisternas de placas surgiram forma de solução para convivência e podem ser relacionadas com características naturais da região. Muitos programas e projetos foram criados visando à implantação dos reservatórios, os atuantes são o governo e algumas ONGs, destacam-se entre elas a ASA (Articulação do Semiárido Brasileiro) com seu projeto Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC) que objetiva a construção de um milhão de cisternas no semiárido nordestino, como também iniciativas que partem de organizações que é o caso da COEP (Comitê de Entidades no Combate a Fome e pela Vida), responsável pela construção das cisternas da área aqui estudada. Diante de todo esse enfoque e valorização das cisternas de placas nasce uma preocupação com sua estrutura física, higiênica e com a qualidade da água armazenada. Foi visto que apesar dos parâmetros medidos se encontrarem dentro dos valores estabelecidos, a população ainda é relapsa quanto à manutenção e higienização dos reservatórios, enaltecendo uma preocupação quanto à saúde.

**Palavras-chave:** Cisternas de placas, qualidade da água, higienização dos reservatórios.

## **ABSTRACT**

This work aims to analyze the potential risk to public health in tanks of water in the city of Gurinhém, considering their spatial distribution and quality of water stored. The search for improvement and living with the problem of lack of water is a common practice among the population that inhabits this region, this deficiency as the drinking water can be considered one of the biggest problems faced in this context, especially when it comes to rural communities. This research was conducted in the reservoirs of the rural community of Uruçu in the municipality of Gurinhém Paraíba and aims to analyze the quality of water, using parameters established by the National Environmental Council (CONAMA) and the Technology in Water Analysis, Consulting Environmental Health Surveillance. The aim is still a focus on ways of cleaning and care of the management of water consumed by the community. The aim is still a focus on ways of cleaning and care of the management of water consumed by the community. The cisterns have emerged as a way of solution for coexistence and can be related to natural features of the region. Many programs and projects were created aiming at the implementation of the reservoirs, the acting are the government and some NGOs, they stand out from the ASA (Articulation of Brazilian Semiarid) with his project One Million Cisterns (P1MC) which aims to build one million tanks in semiarid northeast, as well as initiatives run by organizations is the case of COEP (Committee of Entities in the Fight Against Hunger and for Life), responsible for the construction of tanks in the area studied here. Before all this focus and appreciation of cisterns comes a concern about their physical, hygienic structure and the quality of the stored water. It was seen that although the measured parameters are within the values established, the population is still lax about maintaining and cleaning the reservoirs, exalting a concern about health.

**Key Words:** Cisterns, water quality, cleaning of reservoirs.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de Localização do município de Gurinhém - PB .....	17
Figura 2: Imagem da Cisterna na Comunidade Uruçu. ....	18
Figura 3: Geologia do Município de Gurinhém. ....	20
Figura 4: Imagem da Cisterna de Placa/ CP-5. ....	24
Figura 5: Uso da Sonda na cisterna para obtenção dos dados. ....	33
Figura 6: Sonda multiparâmetros. ....	34
Figura 7: Localização das cisternas da Comunidade Uruçu - Gurinhém/PB .....	36
Figura 8: Cisternas que apresentaram os teores mais elevados. ....	43
Figura 9: Detalhamento da captação da água nas cisternas. ....	45
Figura 10: CP- 19/ Insetos alojados no interior da cisterna. ....	46
Figura 11: CP- 9/ Insetos mortos boiando na água do interior da cisterna. ....	47
Figura 12: CP-25/ Insetos se locomovendo no interior da cisterna. ....	47

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Valores base quanto à condutividade elétrica da água. ....	27
Tabela 2: Condições de qualidade água estabelecido pelo CONAMA 357/2005 .....	28
Tabela 3: Coordenadas Geográficas das cisternas analisadas. ....	44

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Variação do Potencial Hidrogênionico (pH) das cisternas.....	37
Gráfico 2: Variação dos Sólidos Totais Dissolvidos (STD) das cisternas. ....	38
Gráfico 3: Variação da condutividade da água nas cisternas. ....	39
Gráfico 4: Variação da Temperatura da água nas cisternas analisadas. ....	41
Gráfico 5: Variação da Salinidade nas cisternas analisadas. ....	42

## **LISTA DE SIGLAS**

**AESA** – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba

**ANA** – Agência Nacional de Águas

**ASA** – Articulação no Semiárido Brasileiro

**CNRH** – Conselho Nacional de Recursos Hídricos

**COEP** – Comitê de Entidades no Combate a Fome e Pela Vida

**CONAMA** – Conselho Nacional do Meio Ambiente

**FBB** – Fundação Banco do Brasil

**FRSs** – Fundos Rotativos Solidários

**FUNASA** – Fundação Nacional de Saúde

**GPS** – Global Positioning System

**IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

**IDH** – Índice de Desenvolvimento Humano

**MS** – Ministério da Saúde

**ONGs** – Organizações não Governamentais

**ORP** – Potencial de Óxido-Redução

**P1+2** – Programa Uma Terra e Duas Águas

**P1MC** – Programa Um Milhão de Cisternas

**PH** – Potencial hidrogênionico

**PNRH** – Plano Nacional de Recursos Hídricos

**RTS** – Rede de Tecnologia Social

**STD** – Sólidos Totais Dissolvidos

**TS** – Tecnologia Social

**TSHs** – Tecnologias Sociais Hídricas

## SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO .....	14
1.1 Objetivos.....	16
1.2 Localização e caracterização da área.....	16
1.2.1 Aspectos socioeconômicos .....	16
1.2.2 Vegetação .....	18
1.2.3 Clima .....	18
1.2.4 Geomorfologia.....	19
1.2.5 Geologia .....	19
2 - REFERENCIAL TEÓRICO .....	21
2.1 Políticas públicas Para a gestão da água.....	22
2.1.1 Tecnologias sociais hídricas .....	23
2.1.2 Programas sociais .....	24
2.2 - Qualidade da água .....	26
2.2.1 Monitoramento da qualidade das águas .....	28
3 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....	31
3.1 - Trabalho de campo .....	32
3.2 - Análise da qualidade da água: material utilizado.....	33
4 - RESULTADOS .....	35
4.1 Parâmetros físico-químicos das cisternas analisadas: .....	37
4.1.1- Potencial Hidrogeniônico – pH:.....	37
4.1.2 - Sólidos Totais Dissolvidos – STD .....	38
4.1.3 – Condutividade.....	39
4.1.4 - Temperatura .....	40
4.2 – Aspectos relacionados à higiene nas Cisternas.....	42
5- CONSIDERAÇÕES.....	48
6- REFERÊNCIAS .....	50

# 1- INTRODUÇÃO



A escassez de água, temperaturas elevadas, precipitação pluviométrica irregular e ainda solos poucos permeáveis, fazem com que a Paraíba se destaque entre um dos mais secos do país. Essa problemática desencadeou diversos programas e iniciativas que visavam uma melhoria contra a escassez da água. Dentre eles, surgiu a política das tecnologias sociais, através das organizações não governamentais e com participação do Governo Federal. Assim, foram criadas e solidificadas ao longo do tempo, gerando uma participação efetiva da sociedade civil. A partir de então essas regiões, consideradas “secas” começam a ser vistas não mais como uma região problema, mas sim, como uma área passiva a convivência, portando alternativas viáveis a sobrevivência.

As cisternas de placas, uma das alternativas das Tecnologias Sociais Hídricas (TSH), vêm tomando um espaço significativo no meio rural na Região Nordeste. Sua implantação e/ou construção tornou-se uma prática neste meio. Antes não se via tantos reservatórios, hoje, pode-se observar que em cada residência possui, pelo menos um, desse gênero. A iniciativa de tantas instalações teve como precursor em sua maioria as Organizações Não Governamentais (ONG), como é o caso da Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA) que conta com a parceria de pessoas físicas, empresas privadas, agências de cooperação e do governo federal. Em exemplo temos os programas Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC) e Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2), que incentivam a construção de cisternas de placas, gerando assim uma estrutura descentralizada de abastecimento com capacidade de 16 bilhões de litros de água.

Na mesorregião do agreste paraibano, este tipo de projeto não consegue chegar por se tratar de uma região não considerada seca, o fato está relacionado à sua localização por se tratar de uma área situada a pouco mais de 80 km da capital Paraibana. Todavia, foram construídas mais de 200 cisternas através de um fundo rotativo, onde funcionava da seguinte maneira: as famílias se uniam e financiavam cada cisterna construída, contribuindo a cada mês com uma determinada quantia fixa.

Analisando esse avanço e o aumento gradativo dessa tecnologia, nasce uma preocupação, a qualidade da água que estes reservatórios suportam e os problemas de saúde dos que ingerem essa água, levando ainda em consideração a falta de higiene e a forma de tratamento nessas águas. Pensando nisso, este trabalho foi desenvolvido com o intuito de analisar a qualidade, o armazenamento e o tratamento da água nas cisternas, no município de Gurinhém, mais precisamente na comunidade Uruçu, por apresentar uma maior problemática quando se diz respeito ao tratamento dos reservatórios que se encontram em sua residência.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

Analisar o risco potencial à saúde pública das águas nas cisternas de placa no município de Gurinhém, levando em consideração sua distribuição espacial e a qualidade da água armazenada.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- Analisar a distribuição espacial e as condições de salubridade das cisternas no município de Gurinhém;
- Determinar a qualidade da água utilizando parâmetros químicos e relacionar com as condições sanitárias.
- Identificar a importância da água para a comunidade.

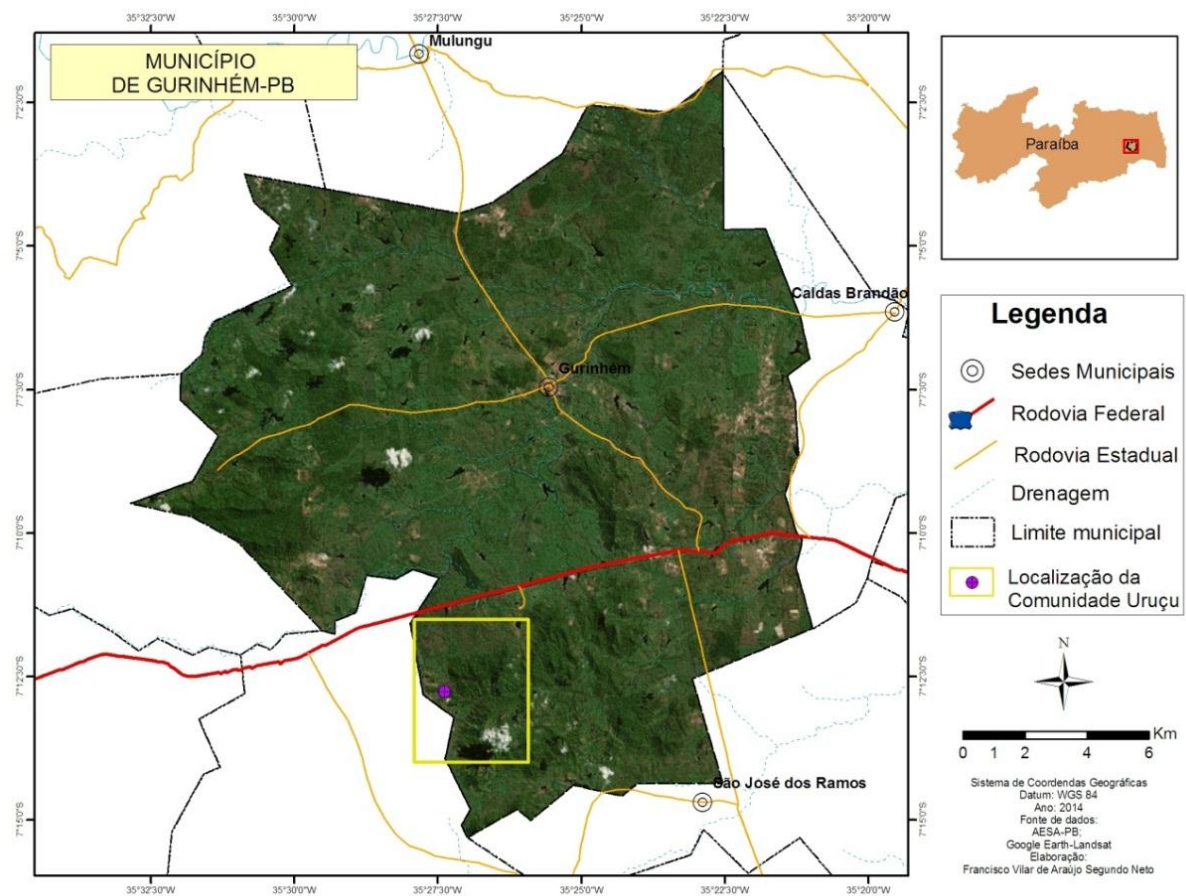
## **1.2 Localização e caracterização da área**

### **1.2.1 Aspectos socioeconômicos**

O município de Gurinhém foi criado em 1958, atualmente sua população estimada é de 14.098, sua densidade demográfica é de 40,08 (IBGE 2013) e seu IDH é de 0,556 (IBGE, 2010). Está localizado na Mesorregião do Agreste Paraibano e microrregião de Itabaiana, situada em uma área cristalina na depressão sublitorânea, possui uma área de 346,067 km<sup>2</sup>, entre as coordenadas geográficas Latitude: 7° 7' 22" Sul e Longitude: 35° 25' 21" Oeste.



**Figura 1: Mapa de Localização do município de Gurinhém - PB**



**Fonte: Elaborado por Segundo Neto, 2014.**

A comunidade Uruçu (Figura 2) está localizada no extremo sul do município em estudo, tem como acesso a BR 230, rodovia mais importante do Estado da Paraíba, possui uma população estimada em 1000 habitantes, a área estudada da comunidade possui cerca de 300 pessoas, somando uma base de 85 famílias, segundo o agente comunitário de saúde da localidade. Como na maioria das comunidades rurais, o sítio Uruçu, tem a agricultura como principal atividade, onde se destaca o plantio de milho e feijão. Existe ainda um posto de saúde, onde acontecem atendimentos alternados e uma escola que possui até o ensino fundamental.

**Figura 2: Imagem da Cisterna na Comunidade Uruçu.**



**Fonte: Acervo Eliane Campos, 2013.**

### **1.2.2 Vegetação**

A vegetação tem as características predominantes do agreste, apresentando uma característica de caatinga do tipo Hiperxerófito, com trechos de floresta caducifólia, percebem-se espécies de mata atlântica, ou seja, uma vegetação de transição nota-se a presença de plantas tanto dos tabuleiros quanto dos sertões, ainda pode se observar espécies que se misturam, apresentando assim floresta tropical e caatinga (cactos, pequenas árvores e arbustos) (CPRM, 2005).

### **1.2.3 Clima**

O clima na região tem características de clima Tropical úmido recebendo influências do litoral, mas também da região mais semiárida por se tratar de uma área de transição, a precipitação média anual é de 431 mm. No agreste há trechos quase tão úmidos quanto às áreas da mata e outros muitos secos. A formação do Agreste ocorre em faixas entre o Brejo úmido e o Cariri semiárido, ou seja, em área de transição climática. A temperatura média anual em Gurinhém é 25 °C e 896 mm é a pluviosidade média anual (CPRM, 2005).

### 1.2.4 Geomorfologia

O município está inserido na unidade geoambiental da depressão sublitorânea que representa paisagem típica do semiárido nordestino, caracterizada por uma superfície de pediplanação bastante monótona, relevo predominante suave ondulado cortada por vales estreitos, com vertentes dissecadas. Os relevos isolados da área testemunham os ciclos intensos de erosão que atingem grande parte da região (CPRM, 2005).

### 1.2.5 Geologia

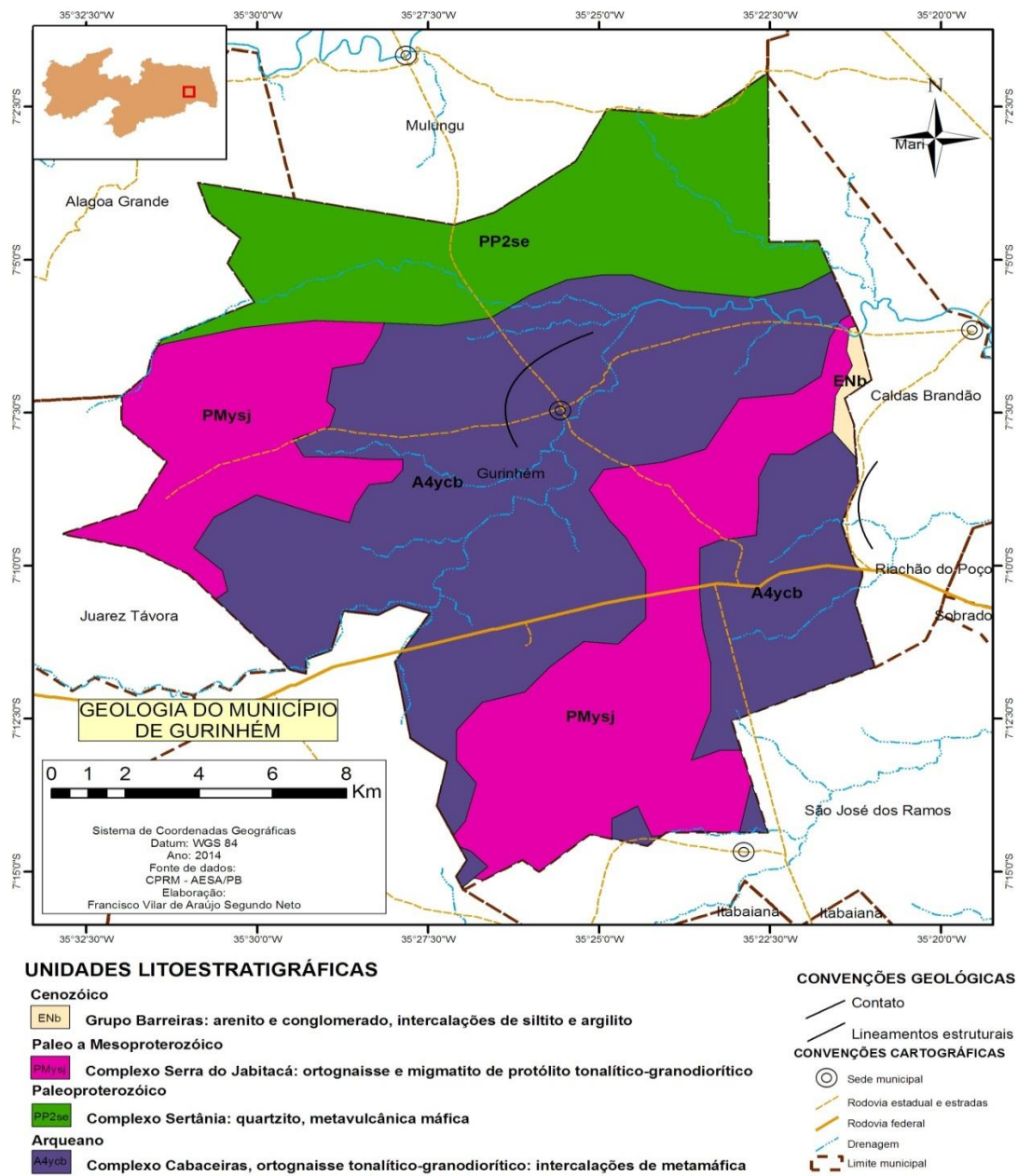
Observando o mapa geológico da área de estudo (Figura 3), identificam-se basicamente quatro unidades, que são: O Grupo Barreiras, Complexo Serra do Jabitacá, Complexo Sertânia e Complexo Cabaceiras, sendo que a primeira formação supracitada aparece apenas em uma pequena porção da área estudada.

Anteriormente chamado de Grupo Barreiras, hoje é denominado por alguns pesquisadores de Formação Barreiras, após estudos mais detalhados. Estende-se pela faixa costeira, paralelamente ao litoral comumente recobrimdo os sedimentos recentes. A Formação Barreiras chamou a atenção dos navegadores portugueses que chegaram à costa brasileira em 1500, por apresentar uma geomorfologia muito peculiar. Essa Formação apresenta estratificação quase que totalmente horizontais constituídas por sedimentos de diversas naturezas, desde areias até argilas de coloração das mais variadas, incluindo por vezes leitos de seixos rolados (Brasil, 2002).

Segundo Brasil (2002), o Complexo Sertânia é uma unidade metassedimentar, com alguma contribuição metavulcânica máfica, característica do Terreno Alto Moxotó. A litologia desse complexo é formado por: Biotita gnaiss com granada e/ou sillimanita, biotita gnaiss, calcário cristalino, rocha calcissilicática, quartzito e raro anfíbolito. Já no Complexo Serra do Jabitacá a litologia é formado basicamente por: Ortognaiss tonalítico-granodiorítico com anfíbolito e migmatito com leucossoma granítico e mesossoma de biotita gnaiss.

O Complexo de Cabaceiras é uma unidade formada por ortognaisses granodiorítico-graníticos variavelmente migmatizados, que intercalam muitas rochas metamáficas, compondo o chamado maciço de Cabaceiras (antigo Camalaú-Cabaceiras). Distinguiram-se este compartimento com a denominação de maciço de Boqueirão, representando a extensão da nappe Serra de Jabitacá (BRASIL, 2002).

**Figura 3: Geologia do Município de Gurinhém.**



Fonte: Elaborado por Segundo Neto, 2014.



## 2 - REFERENCIAL TEÓRICO



Acredita-se que no planeta exista 1, 37 bilhões de km<sup>3</sup> de água, dos quais 97% concentram-se nas águas dos oceanos, desta forma, portanto, apenas 3 % de água doce. Levando em consideração esse percentual de água doce, dois terços estão nas calotas polares e nas geleiras, ou seja, em uma região onde não há tecnologia disponível para a captação, transporte e uso dessa água, por fim, resta apenas 1% do volume inicial para ser destinada a utilização e consumo por parte da população mundial, atualmente com aproximadamente mais de 6 bilhões de pessoas (REBOUÇAS; BRAGA e TUNDISI, 2006).

O Brasil está inserido entre os países com mais elevada reserva de água doce, contudo, devido a sua dimensão territorial, apresenta elevada heterogeneidade em relação às suas características demográficas, climáticas e sociais. A região Norte, a de menor índice populacional do país, possui praticamente 70% dos recursos hídricos disponíveis no Brasil, enquanto as outras regiões, que englobam a maior parte da população brasileira, apresentam 15% no Centro-Oeste, 12% no Sudeste e Sul e apenas 3 % na Região Nordeste (GONDIM, 2001).

O processo de captação da água de chuva é essencial para as famílias do semiárido brasileiro como forma de aliviar os efeitos da estiagem uma vez que pode ser captada em equipamentos simples e que possa acrescentar técnicas conhecidas pela população, possua custo acessível e de nível tecnológico apropriado para pequena escala, e que tenha capacidade de produzir resultados instantâneos (ALBUQUERQUE, 2004).

## **2.1 Políticas públicas Para a gestão da água**

O Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), estabelecido pela Lei nº 9.433/97, é um dos componentes que tem a função de nortear a gestão das águas no Brasil. O conjunto de diretrizes, metas e programas que constituem o PNRH foi consolidado em amplo processo de mobilização e participação social. O documento concluído foi aprovado pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) em 30 de janeiro de 2006. De forma geral, o plano tem a finalidade de: "estabelecer um pacto nacional para a definição de diretrizes e políticas públicas voltadas para a melhoria da oferta de água, em quantidade e qualidade, gerenciando as demandas e considerando ser a água um elemento estruturante para a instalação das políticas setoriais, sob a ótica do desenvolvimento sustentável e da inclusão social".

Os objetivos são:

1. Assegurar a melhoria das disponibilidades hídricas, superficiais e subterrâneas, em qualidade e quantidade;
2. A redução dos conflitos reais e potenciais de uso da água, bem como dos eventos hidrológicos críticos;
3. A percepção da conservação da água como valor socioambiental relevante.

Os Fundos Rotativos Solidários (FRS) têm como objetivo imediato permitir aos produtores organizados em associações a obtenção de um crédito modesto para construir cisternas, barragens subterrâneas, ou qualquer outro bem necessário para sua convivência com o Semiárido, sem ter que passar pela burocracia e pelas exigências próprias proporcionadas pelos bancos, e assegurando que os recursos devolvidos serão utilizados por outras famílias ou para outras necessidades da comunidade. A dívida é quitada segundo modalidades definidas pela Associação, em função das possibilidades de seus membros.

Entretanto, os Fundos favorecem a organização da comunidade, proporcionam a oportunidade de fazer a aprendizagem da gestão coletiva de recursos e mobilizam sua solidariedade, gerando assim efeitos políticos mais profundos, pois os produtores vão descobrindo e firmando sua capacidade de construir benefícios por conta própria vão ganhando autonomia e autoconfiança, condição inicial para iniciativas mais ousadas. Finalmente, esse tipo de financiamento resgata a dignidade dos produtores que, nas condições habituais do crédito bancário, estão em situação de inferioridade, submetidos a exigências burocráticas e obrigados a pagar por tecnologias e “pacotes” geralmente inadequados a suas possibilidades e lógicas. E por outro lado, quando recebem de graça benefício a fundo perdido, permanecem na situação de assistidos, o que reforça o clientelismo e a cultura da subalternidade.

### **2.1.1 Tecnologias sociais hídricas**

Segundo o Instituto de Tecnologia Social<sup>10</sup> (ITS, 2004, p. 130), a definição de tecnologia social seria: “um conjunto de técnicas, metodologias transformadoras, desenvolvidas e/ou aplicadas na interação com a população e apropriadas para ela, que representam soluções para a inclusão social e melhoria das condições de vida”.

A Fundação Banco do Brasil – FBB da Rede de Tecnologia Social – RTS<sup>11</sup> também tem atuado nas definições para TS. De forma parecida estas instituições concordam nas definições, isso pode ser observada na própria definição da TS, para ambas, “a Tecnologia

Social compreende produtos, técnicas ou metodologias reaplicáveis, desenvolvidas na interação com a comunidade e que representem efetivas soluções de transformação social”.

Segundo a FBB, são exemplos de Tecnologias Sociais: “o clássico soro caseiro (mistura de água, açúcar e sal que combate a desidratação e reduz a mortalidade infantil); as cisternas de placas (Figura 4) pré-moldadas que atenuam os problemas de acesso a água de boa qualidade à população do semiárido, entre outros”. As instituições não compactuam não só entre os conceitos, mas principalmente entre as práticas relacionadas às TS, ou seja, demonstram a força deste movimento e capacidade em transformar a realidade de milhares de pessoas que estão às margens do processo de desenvolvimento adotado pelo Estado.

**Figura 4: Imagem da Cisterna de Placa/ CP-5.**



Fonte: Acervo Segundo Neto, 2013.

### **2.1.2 Programas sociais**

- **Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC)**

Dentre os principais programas relacionados ao combate a seca no semiárido destaca-se o Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC) e o Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2), ambos tratam das ações do Programa de Mobilização Social para a Convivência com



o Semiárido da ASA Brasil. O intuito do P1MC é beneficiar cerca de cinco milhões de pessoas em toda região do semiárido, proporcionando assim, água potável para beber e cozinhar, tendo como protagonistas as cisternas de placas, esses reservatórios formam uma infraestrutura descentralizada e gerará no total cerca de 16 bilhões de litros de água (ASA Brasil, 2014). O programa é direcionado a famílias com renda de no mínimo um salário por membro da família, desde o surgimento do programa, em 2003, o P1MC já construiu 499.387 mil cisternas, proporcionando assim mais de 2 milhões de pessoas. Segundo Ferreira (2008);

“O P1MC constitui uma oportunidade efetiva de convivência com as adversidades climáticas do semi-árido. Por sua concepção e modo de operação, baseados na ação protagonista da sociedade civil, abre espaço para a superação das relações clientelistas características da ação governamental na região, na medida em que propõe uma metodologia de ação pública mais participativa, ao mesmo tempo em que promove uma grande mobilização social na região. Os dados apontam que o tipo de participação social promovida pelo programa propicia maior controle e poder de decisão da população do semiárido sobre sua própria condição de vida”.

De acordo com o relatório publicado pela FUNASA (2005) há diversas técnicas de construção relacionadas a reservatórios para o armazenamento domiciliar de água direcionado ao consumo humano, dentre elas a cisterna de tela e cimento, a cisterna de placas, a cisterna de alvenaria e a cisterna de vinil, surgida recentemente. O modelo de cisternas de placas pré-moldadas tem sido o preferido e eleito como uma das mais eficientes propostas, os motivos estão relacionados ao baixo custo, facilidade na construção, durabilidade e segurança e vem sendo adotado no Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC).

A cisterna de placas é parcialmente enterrada, com cerca de três quartos da altura das paredes laterais abaixo do nível do terreno, para reforçar a capacidade de suportar a pressão da água, armazena, em geral, 16.000 litros, mas pode armazenar também 25.000 litros, quando esta for um reservatório comunitário. Sua estrutura se configura em placas de concreto, possuindo o tamanho de 50 por 60 cm e apresentando 3 cm de espessura. O processo de fabricação das placas ocorre no local de construção em moldes de madeira. A parede da cisterna é levantada com essas placas finas, a partir do chão cimentado. Como medida de prevenção, para evitar que a parede venha a cair durante a construção, ela é sustentada com varas até que a argamassa esteja seca. Em seguida um arame de aço galvanizado é enrolado no lado externo da parede e essa pé rebocada. Posteriormente,

constrói-se a cobertura com outras placas pré-moldadas em formato triangular, ponha-se em cima de vigas de concreto armado, e rebocadas por fora. Normalmente, as cisternas de placas são construídas em mutirões, realizados pela população local. (MDS, 2008).

- **Programa Uma Terra e Duas Águas (P1+2)**

O Programa Uma Terra Duas Águas (P1+2), objetiva realizar a construção de processos participativos de desenvolvimento rural no semiárido brasileiro e promover a soberania, a segurança alimentar, nutricional e a geração de emprego e renda as famílias agricultoras, através do acesso e manejo sustentáveis da terra e da água para a produção de alimentos, O 1 significa terra para produção. O 2 corresponde a dois tipos de água – a potável, para consumo humano, e água para produção de alimentos. Para a realização destes programas a ASA ainda conta com a parceria de pessoas físicas, empresas privadas, agências de cooperação e do governo federal.

## **2.2 - Qualidade da água**

Segundo a classificação mundial da água, feita com base em características naturais, caracteriza como "água doce" aquela que apresenta teor de sólidos totais dissolvidos (STD) inferior a 1.000 mg/ L. As águas com STD entre 1.000 e 10.000 mg/L são consideradas como "salobra" e com mais de 10.000 mg/L são consideradas "salgadas".

Segundo Pathak e Heijnen (2006) e Sharpe e Young (1982), os parâmetros para cor, odor, sabor, pH, Sólidos totais dissolvidos (STD) e dureza total, geralmente encontram-se de acordo com os padrões prescritos pela legislação. Íons, metais e produtos químicos tóxicos são relatados somente em alguns casos e podem advir dos materiais da superfície de captação, na construção da cisterna e de poluentes atmosféricos fixados na poeira, emissões poluentes por atividades industriais e urbanas ou inseticidas agrícolas.

Segundo a Tecnologia em Análise de Águas, Consultoria em vigilância Sanitária Ambiental, os Sólidos Totais dissolvidos em saneamento correspondem a toda matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado. Em linhas gerais, as operações de secagem, calcinação e filtração são as que definem as diversas frações de sólidos presentes na água (sólidos totais, em suspensão, dissolvidos, fixos e voláteis).

A interferência e necessidade da correção da temperatura é um dos pontos mais críticos da medição da condutividade, sua configuração equivocada pode trazer erros bastante elevados. Outra fonte de erro é aquele na qual o operador não aguarda a estabilização da temperatura na sonda multiparamétrica. Neste caso, operar com sondas que ficam expostas ao sol ou armazenadas em veículos quentes pode trazer um grande potencial de erro na medição. A inércia térmica da sonda multiparamétrica também deve ser respeitada; assim, para equipamentos maiores e com águas mais paradas, o tempo de estabilização pode ser crítico para uma boa medição deste parâmetro. (Ag Solve, 2014)

**Tabela 1: Valores base quanto à condutividade elétrica da água.**

<b>TIPO DE ÁGUA</b>	<b>CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (<math>\mu\text{S}/\text{cm}</math>)</b>
Água deionizada	0,5-3
Pura água da Chuva	< 15
Rios de água doce	0-800
Água do rio Marginal	800-1600
Água salobra	1600-4800
Água salina	> 4.800
A água do mar	51.500
Águas industriais	100-10.000

**Fonte: Ag Solve, 2014.**

A tabela 1 mostra alguns valores quanto à condutividade elétrica dos tipos de água, as cisternas poderiam ser enquadradas no tipo de água de chuva, porém, há períodos em que as cisternas são abastecidas de outra forma, na maioria das vezes por carros pipas.

Um dos principais desafios enfrentados ao estudar a qualidade da água armazenada em cisternas destinadas ao consumo humano é a falta de legislação específica para este tipo de água. Uma forma de tentar suprir esse problema pode ser a utilização de padrões de referência para água potável de sistemas de abastecimento ou de sistemas alternativos que pode ser encontrado na portaria N° 518/2004 – MS. Também há algum consenso sobre a aplicação da Resolução CONAMA N° 357/2005 para águas de mananciais destinados ao abastecimento humano, em particular para águas da classe especial, que precisam apenas de desinfecção antes do seu consumo. A portaria N° 518 de 25 de Março de 2004, Ministério da Saúde, rege a qualidade da água para consumo humano e estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo e seu padrão de potabilidade, e orienta quando a outras providências.

Tabela 2: Condições de qualidade água estabelecido pelo CONAMA 357/2005

<b>I – Condições de qualidade de água:</b>
a) Não verificado de efeito tóxico crônico a organismos, de acordo com os critérios estabelecidos pelo órgão ambiente competente, ou, na sua ausência, por instituições nacionais ou internacionais renomados, comprovado pela realização de ensaio ecotoxicológico padronizado ou outro método cientificamente reconhecido.
b) Materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais: virtualmente ausentes;
c) Óleos e graxas: virtualmente ausentes;
d) Substâncias que comuniquem gosto ou odor: virtualmente ausentes;
e) Corantes provenientes de fontes antrópicas: virtualmente ausentes;
f) Resíduos sólidos objetáveis: virtualmente ausentes;
g) Coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução CONAMA nº 247, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser exercido um limite de 200 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais, de pelo menos 6 amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. A <i>E. Coli</i> poderá ser determinada em substituição ao parâmetro coliformes termotolerantes de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente.
h) DBO 5 dias a 20 °C até 3 mg/L O <sub>2</sub> ;
i) OD, em qualquer amostra, não inferior a 6 mg/L O <sub>2</sub> ;
j) turbidez até 40 unidades nefelométrica de turbidez (UNT);
l) Cor verdadeira: nível de cor natural do corpo de água em MG Pt/L; e
m) pH: 6,0 a 9,0.

### 2.2.1 Monitoramento da qualidade das águas

Ainda existe cerca de 1,1 bilhão de pessoas sem acesso à água potável e igual número sem acesso a serviços de saneamento básico. Segundo dados da Organização Mundial da Saúde (WHO, 2000), entre estes problemas ainda nota-se a falta de tratamento adequado da água, pondo em risco a saúde humana, entre os mais afetados estão principalmente crianças, as vítimas de diarreia, parasitoses diversas e esquistossomose, entre outras doenças de veiculação hídrica.

A falta de água potável para consumo humano é um dos principais problemas para a sobrevivência e melhoria na qualidade de vida das populações rurais do semiárido brasileiro, como também a sua convivência com o meio, que na maioria das vezes é o campo. A população desta região vem buscando alternativas para amenizar a escassez de água gerada pelo constante déficit hídrico na região semiárida nordestina, desta forma vêm-se utilizando soluções alternativas para abastecimento, como açudes, cacimbas, poços, barragens subterrâneas, e sistema de captação e armazenamento de água de chuva em cisternas

(PALMIER e GNADLINGER, 2005; BRITO e SILVA, 2007). De acordo com Tavares (2009),

A captação de água das chuvas utilizando cisternas caseiras tem se mostrado uma opção adequada para disponibilizar água para consumo humano no semiárido brasileiro, já que essa se adapta bem as condições físicas e socioeconômicas e culturais da região. Os custos mais acessíveis, a possibilidade de produzir resultados imediatos e a simplicidade da construção tem facilitado sua adoção por famílias rurais.

Segundo a FUNASA (2005), a quantidade e qualidade da água armazenada estão diretamente relacionadas às técnicas de construção da cisterna. Estudos relatam e evidenciam que nos casos em que algumas cisternas apresentam falhas de construção, como trincas e vazamentos, em alguns casos, leva à perda total da água armazenada. A utilização de materiais específicos para a construção, como emprego de areia mais grossa ou mão de obra não devidamente qualificada pode ter ocasionado essas falhas. Existem outros problemas entre eles, como é o caso da vedação das cisternas, algumas tampas foram construídas com material passível de empenamento, utilizando zinco, o que pode facilitar a entrada de partículas e de pequenos animais no interior das cisternas, possibilitando contaminação das águas armazenadas. Outros problemas, observados no processo de construção de uma cisterna, foram relacionadas ao excesso de cimento empregado e à falta de limpeza adequada no interior da cisterna, o que pode comprometer a qualidade da água futuramente armazenada.

O processo de captação da água de chuva utilizando uma superfície também altera as suas características naturais. Ao chegar o período de estiagem ocorre a deposição seca, nessas superfícies, de compostos presentes na atmosfera, os quais são levados ou arrastados pela água da chuva. Desta forma, a qualidade da água da chuva, pode piora ao passar pela superfície de captação, que pode estar contaminada também por fezes de pássaros e de pequenos animais. (FORNARO e GUTZ, 2003).

TOMAZ 2003 mostra quatro pontos críticos que influenciam na qualidade da água de chuva, que são eles:

- Antes de atingir a superfície de captação, o que denomina água de chuva da atmosfera ou chuva atmosférica;
- Após escoar pela superfície de captação, também conhecida como água de lavagem do telhado – caso a superfície seja um telhado;

- Na cisterna ou reservatório de acumulação
- No ponto de utilização da água

Segundo Andrade Neto (2004) quanto maior o risco de contaminação, maior deve ser o rigor na proteção sanitária das cisternas. O risco depende principalmente das condições de uso que podem ser: público, multifamiliar ou unifamiliar; das condições da superfície de captação, quando a superfície de captação, primeira chuva, lava esta superfície, carreando a sujeira, ou quando a água esta armazenada de forma não protegida, ou quando a água está armazenada de forma não protegida. Outro fato que pode ser ainda pode ser observado são as calhas e tubulações que transportam a água ao tanque hígienos.

Tratar do acesso à água ao reservatório é um dos maiores desafios para combater a contaminação das águas nas cisternas, manter uma tela de plástico ou náilon nas saídas das tubulações pode impedir a entrada de pequenos animais ou insetos na cisterna. Andrade Neto (2004) indica que as telas não sejam colocadas na tubulação de entrada da água na cisterna, devido ao possível acúmulo de sujeiras que poderiam ficar retidas e desta forma, congestionar a passagem de água e comprometendo a sua qualidade. Todavia, essa medida já é recontada de outra forma, pois como recomendada Amorim & Porto (2003) esta prática é considerada uma forma de bloqueio contra a entrada de folhas, insetos e pequenos animais, que contaminariam a água. Mesmo nas situações em que há a inclusão de telas nas entradas, é recomendado o desvio das primeiras águas de chuva, para remover as partículas depositadas na superfície de captação.

Diversos cuidados devem ser tomados em relação ao reservatório de armazenamento, objetivando a sua manutenção e a garantia da qualidade da água são os seguintes, segundo Annecchini entre eles estão:

- A cobertura do reservatório deve ser impermeável;
- A entrada da água no reservatório e o extravasor devem ser protegidos por telas para evitar a entrada de insetos e pequenos animais no tanque;
- O reservatório deve ser dotado de uma abertura, também chamada de visita, para inspeção e limpeza;
- A água deve entrar no reservatório de forma que não provoque turbulência para não suspender o lodo depositado no fundo do reservatório;
- O reservatório deve ser limpo uma vez por ano para a retirada do lodo depositado no fundo do mesmo.

### 3 - PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS



### 3.1 - Trabalho de campo

O campo foi realizado nos dias 28 e 29 de Novembro de 2013 na comunidade de Uruçu no município de Gurinhém, nos turnos da manhã e da tarde, somando dois dias. Foram visitadas vinte e cinco cisternas de placas, onde utilizamos a sonda para a análise dos parâmetros e recolhemos os dados.

Antes de ir ao campo, foi realizado um estudo prévio do equipamento na Universidade Federal da Paraíba, instituição a qual o aparelho pertence onde foi possível aprender a manuseá-lo. Esse aparelho funciona da seguinte forma: A sonda era mergulhada na cisterna e segurada pelo fio por aproximadamente um minuto (Figura 5), na sua parte interna existem eletrodos distintos representando cada parâmetro, quando contatam com a água geram-se os valores que cada unidade representa. Ao término de determinadas coletas e medições, a sonda passa pelo processo de calibração, onde era utilizada água destilada para uso posterior.

Após o recolhimento dos dados que são apresentados na tela, o aparelho é retirado e posteriormente calibrado utilizando água destilada. Durante o campo, alguns moradores puderam conversar conosco e falar das dificuldades encontradas na região relacionadas à água, assim como também pudemos contar com a participação do agente de saúde da comunidade, o mesmo nos acompanhou e orientou durante toda a coleta. A área abordada foi escolhida devido a algumas peculiaridades apontadas pelo agente onde são encontrados os maiores índices de problemas com saúde, geralmente, problemas corriqueiros, mas que merecem atenção.



**Figura 5: Uso da Sonda na cisterna para obtenção dos dados.**



**Fonte: Acervo Segundo Neto, 2013**

### **3.2 - Análise da qualidade da água: material utilizado**

Durante a pesquisa foi utilizado o medidor Multiparâmetro com GPS e sonda HI 9829 (Figura 6), com as seguintes características:

- Robusta sonda com ponta de aço inoxidável com diâmetro de 2" para poços e tubulações
- Faixa de locais de medição por GPS
- Fast Tracker™ Tag I.D: Sistema simplifica a monitoração periódica
- Barômetro integrado para compensação de OD
- Função de calibração: Rápida ou independente;
- Checagem de medição: elimina possíveis leituras erradas
- Dados registrados podem ser exibidos como gráficos
- Tela gráfica em LCD com luz de fundo
- Conectividade ao PC via USB
- Função BPL com gravação das últimas 5 calibrações
- Equipamento aceita baterias alcalinas ou recarregáveis
- Proteção impermeável para o medidor (IP67) e sondas (IP68)
- Intuitivo botão HELP

**Figura 6: Sonda multiparâmetros.**



**Fonte: imagem disponível em Hanna Instrumentos.**

Os Parâmetros que podem ser identificados utilizando este aparelho são: pH (Potencial Hidrogênio), ORP (Potencial de Óxido- Redução), STD (Sólidos Totais Dissolvidos), Resistividade, Salinidade, Gravidade Específica da Água do Mar, Turbidez, Oxigênio Dissolvido, Temperatura e Pressão Atmosférica. O GPS integrado na sonda pode nos disponibilizar os pontos de casa cisterna de placa, onde ao chegar ao laboratório podemos descarregar em um programa.

Após recolhidos, os dados foram levados até o Laboratório de Gestão em água e Território, onde foi utilizado SIGs para o processamento dos dados, Para a tabulação dos dados foi utilizado o programa Microsoft EXCEL 2010, onde foram tabulados os dados coletados em campo e gerados os gráficos que serão utilizados para a análise dos dados.

## 4 - RESULTADOS

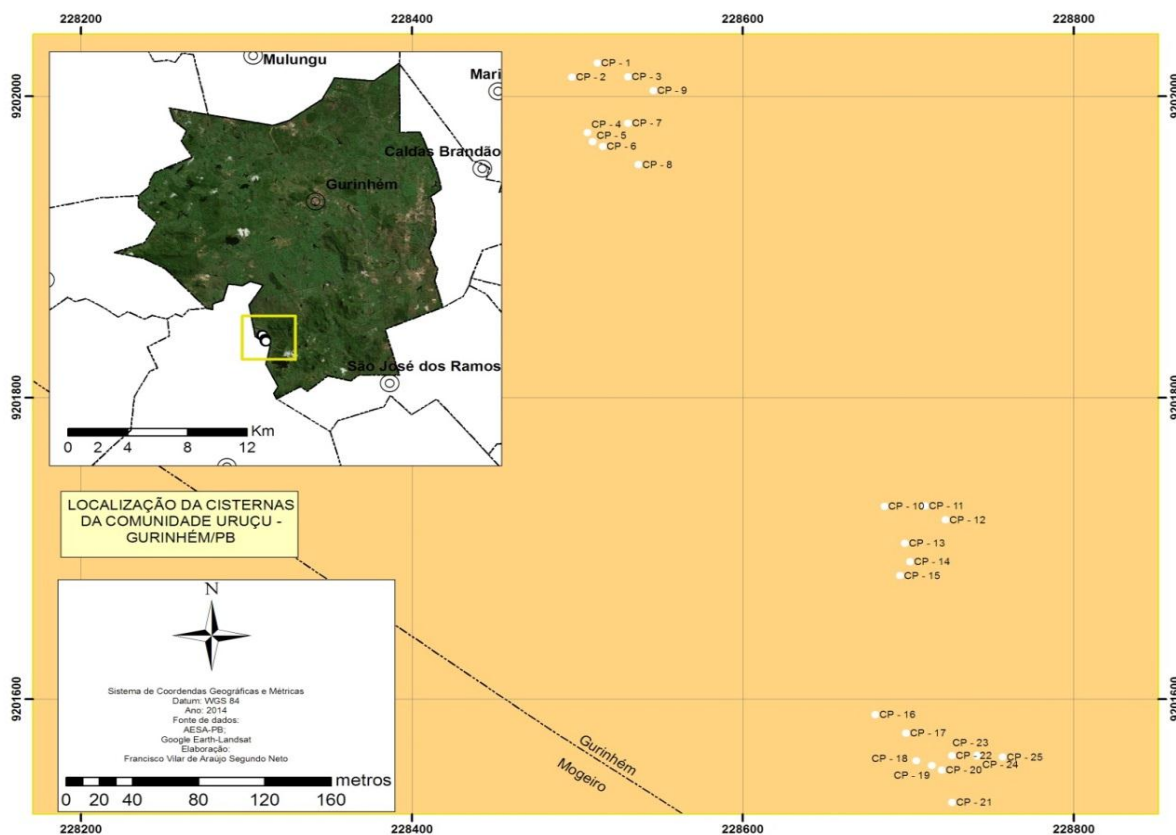


28/11/2013 04:00 PM

Os principais parâmetros utilizados para caracterizar fisicamente as águas naturais são a cor, a turbidez, os níveis de sólidos em suas diversas frações, a temperatura, o sabor e o odor. Embora sejam parâmetros físicos, fornecem indicações preliminares importantes para a caracterização da qualidade química da água como, por exemplo, os níveis de sólidos em suspensão (associados à turbidez) e as concentrações de sólidos dissolvidos (associados à cor), os sólidos orgânicos (voláteis) e os sólidos minerais (fixos), os compostos que produzem odor.

Devido a dificuldades encontradas na instituição, não foi possível diagnosticar todos estes padrões, A sonda multiparâmetros utilizada nesta pesquisa infelizmente não possui todos os parâmetros exigidos pela resolução CONAMA, o que dificultou a realização de forma mais coesa a pesquisa. Desta forma, só serão utilizados alguns padrões, deixando em aberto para posteriormente ser analisados. Conforme foi dito, foram analisadas vinte e cinco cisternas que estão especializadas da seguinte forma (Figura 8):

**Figura 7: Localização das cisternas da Comunidade Uruçu - Gurinhém/PB**



Fonte: Elaborado por Segundo Neto, 2014.

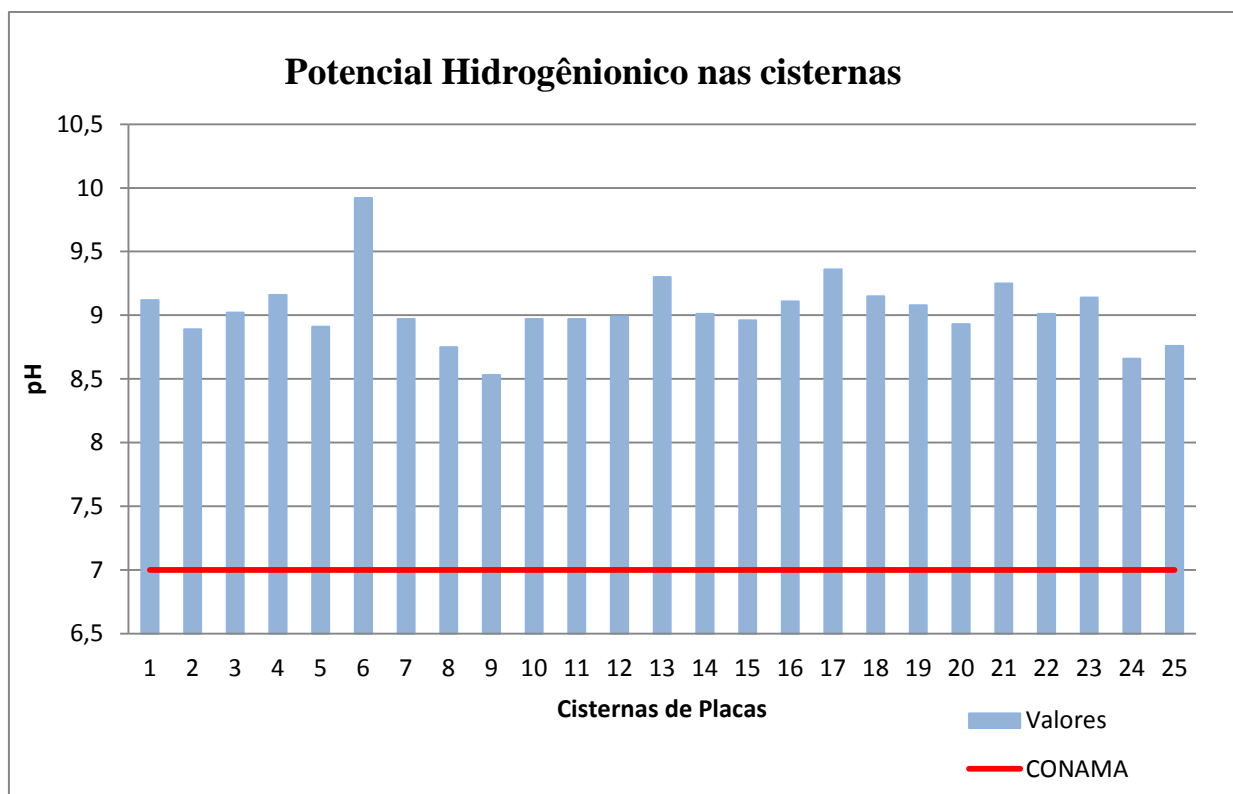
## 4.1 Parâmetros físico-químicos das cisternas analisadas:

### 4.1.1- Potencial Hidrogeniônico – pH:

O Potencial Hidrogeniônico Trata-se da concentração de íons de Hidrogênio presentes em uma amostra de água. A partir deste parâmetro, pode-se determinar a solubilidade – quantidade que pode ser dissolvida na água e é responsável pela indicação da qualidade da água relacionado à acidez, neutralidade e alcalinidade. Para que seja ingerido pelo homem, a água deve ser caracterizada como alcalina, ou seja, básica e rica em nutrientes. Quando a água apresenta o pH ácido são altamente corrosivas. A escala do pH varia de 0 a 14, onde: se a água está: ácida ( $\text{pH} < 7$ ), neutra ( $\text{pH} = 7$ ) ou básica/alcalina ( $\text{pH} > 7$ ).

A partir do que foi analisado (Gráfico 1), nota-se uma variação do pH entre 8,5 e 10, apresentando média de 9,03. Diante os resultados foi possível observar que não ocorreu nenhum valor extremo entre os números encontrados, ou seja, os índices de pH da cisterna comportam-se de forma devida, nos evidenciando um resultado já previsto.

Gráfico 1: Variação do Potencial Hidrogênio (pH) das cisternas.

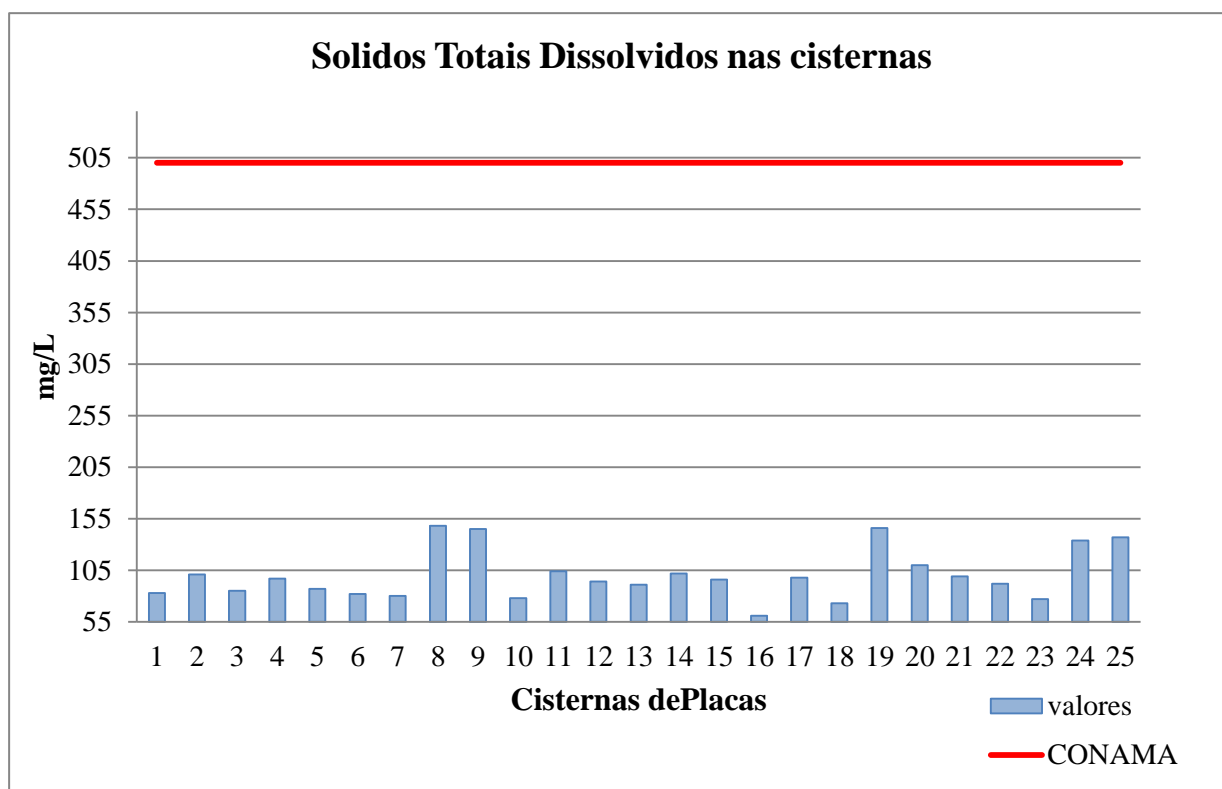


Portanto, é recomendado o consumo de água com um pH superior a 7,0. Observa-se que os valores encontrados na coleta estão dentro dos padrões aconselhados pelo CONAMA, pois, nenhum valor foi considerado muito expressivo, podendo assim trazer alguma consequência para a saúde humana dos que ingerem essas águas. As formas de armazenamento destas águas, a forma estagnada em que elas se encontram, não apresentando intensos contatos com outras substâncias que possam torna-las ácidas, podem ser fatores de indicação aos resultados obtidos.

#### 4.1.2 - Sólidos Totais Dissolvidos – STD

Foi observado que nas amostras recolhidas (Gráfico 2), os valores não extravasaram o recomendado de 500 mg/L, apresentando uma variação entre 60 e 150 mg/L e uma média de 100 mg/L. Uma água com mais de 1.000 mg/L de STD/L pode ter gosto distintivo, acima de 2.000 mg/L, a água apresenta caráter demasiada salgada (sais dissolvidos) para beber. As cisternas que apresentaram os maiores índices foram: CP- 8, CP-9, CP-19, CP-24, CP-25, onde todas apresentaram valores acima da média, entre 120 e 160 mg/L.

**Gráfico 2: Variação dos Sólidos Totais Dissolvidos (STD) das cisternas.**

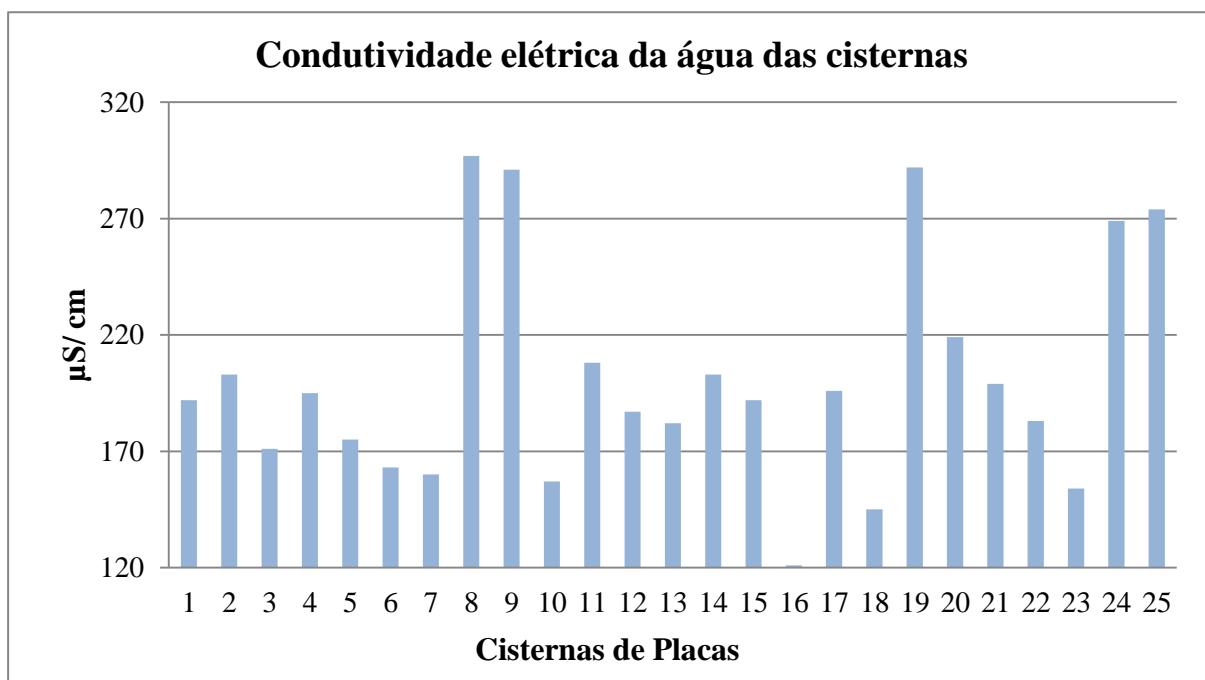


Isso pode estar relacionada ao nivelamento da água represada nestas cisternas, pois todas apresentavam tal característica. Com o nível da água muito baixo, os sólidos tendem a uma concentração mais intensa. Todavia, esses valores não podem ser considerados como irregulares, pois estes valores encontram-se dentro dos padrões estabelecidos. O fato da falta de higienização por conta dos proprietários das cisternas pode ser um dos motivos pelos resultados mais elevados.

#### 4.1.3 – Condutividade

Diante do que foi analisado (Gráfico 3), nota-se uma variação entre 120 e 300  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , gerando uma média de 201  $\mu\text{S}/\text{cm}$ , também foi constatado os valores mais representativos entre as cisternas, são elas: CP- 8, CP-9, CP-19, CP-24, CP-25 nos trazendo uma relação com os demais padrões. Este parâmetro está relacionado à presença de íons dissolvidos na água, que são partículas carregadas eletricamente, quanto maior for a quantidade de íons dissolvidos, maior será a condutividade elétrica na água. A resolução CONAMA nº 357/2005, não estabelece limites para este parâmetro, porém, em termos de comunidades aquáticas os valores registrados não comprometem a sua sobrevivência.

**Gráfico 3: Variação da condutividade da água nas cisternas.**



Por apresentar relação com os Sólidos Totais Dissolvidos, os valores obtidos quanto à condutividade elétrica em uma água podem está ligados aos fatores recorrentes no parâmetro STD, ou seja, tratando do nível muito baixo das águas nos reservatórios, gerando uma concentração intensa dos íons. A condutividade elétrica da água possui a temperatura como um grande interferente na sua medição, assim, serão estas as representações possíveis:

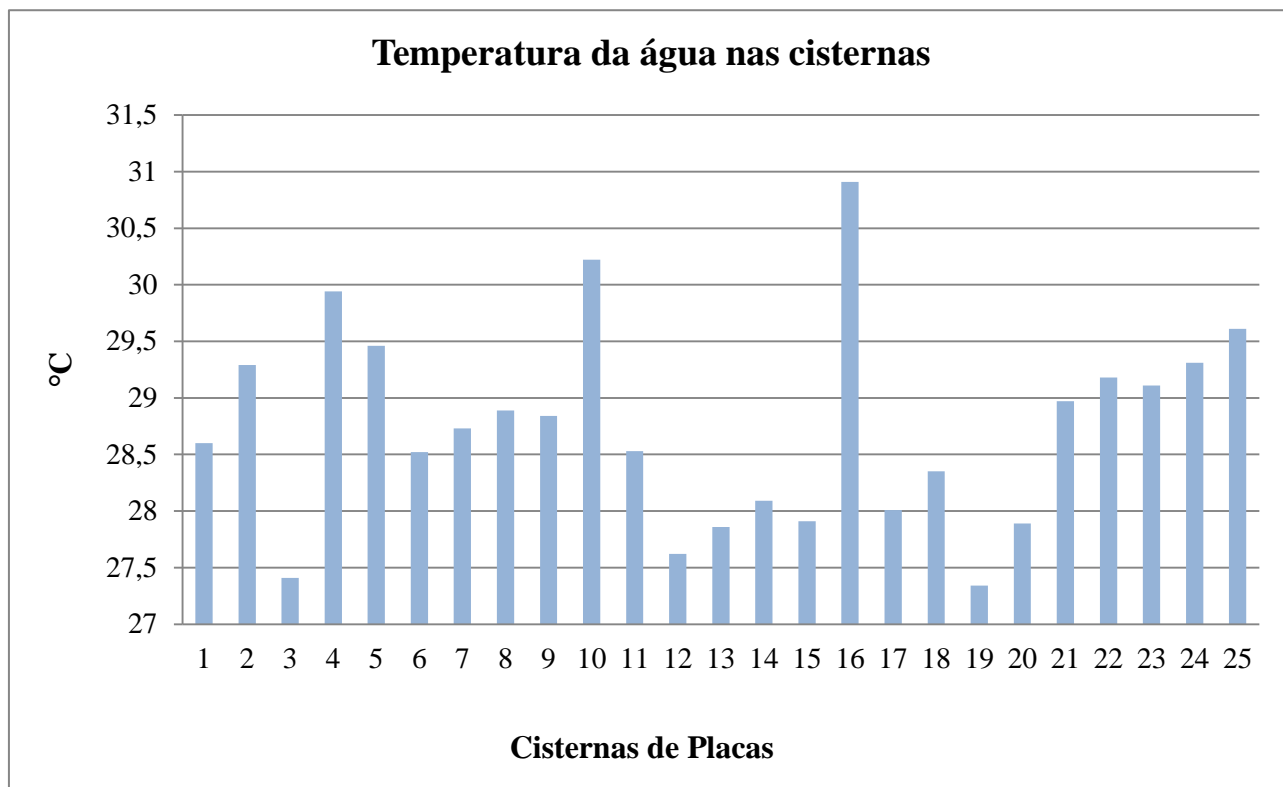
- Condutividade elétrica absoluta, representando o valor lido pelo sensor de qualquer correção da temperatura da amostra, no caso, o que foi medido com a sonda.
- Condutividade elétrica a 25 °C, na qual a medição é corrigida para temperatura de 25° C
- Condutividade elétrica a 20 °C, corrigindo os valores para a temperatura da amostra.

#### **4.1.4 - Temperatura**

Analisando os valores coletados (Gráfico 4), nota-se uma variação entre 27 e 31 °C, apresentando uma média de 28,74 °C, os valores elevados constatados na temperatura podem ser explicados devido às altas temperaturas da estação, já que as coletas foram feitas no verão, em dias quentes e ensolarados, além disso, isso pode ainda ser explicado devido ao ponto onde esses reservatórios estavam localizados, local aberto, sem nenhuma cobertura por perto, totalmente exposto ao sol, foi o que aconteceu com as CP-10 e CP-16, responsáveis pelos valores mais expressivos.



Gráfico 4: Variação da Temperatura da água nas cisternas analisadas.



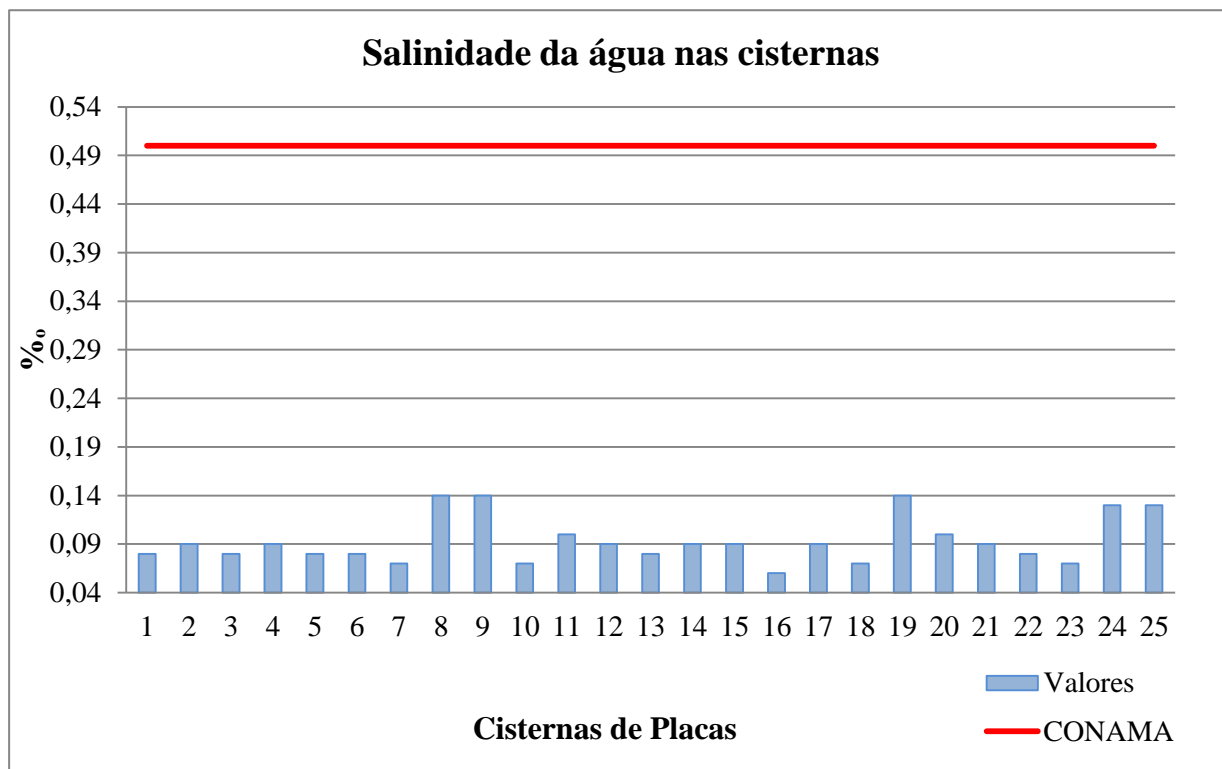
Segundo alguns moradores, a água quando retirada do reservatório geralmente é levada para dentro das residências e só são consumidas um tempo depois, eles alertam que consumir a água retirada de forma imediata não faz bem a saúde.

A temperatura influencia vários parâmetros físico-químicos da água, tais como a tensão superficial e a viscosidade. Isso ocorre devido aos organismos aquáticos que são afetados por temperaturas fora de seus limites de tolerância térmica, o que causa impactos sobre seu crescimento e reprodução. Todos os corpos d'água apresentam variações de temperatura ao longo do dia e das estações do ano (ANA, 2014).

#### 4.1.5 – Salinidade

Diante dos dados obtidos (Gráfico 5), observa-se que os valores variaram entre 0,06 e 0,14 ‰, gerando uma média de 0,09 ‰, mais um vez as cisternas de número 8, 9, 19, 24 e 25 se apresentam como protagonistas, seus números atingem os valores mais expressivos. Segundo a resolução CONAMA Nº 357/2005, no capítulo I, art 2º, inciso I, indica que a água doce deve apresentar valor igual ou inferior a 0,50 ‰, para o consumo humano.

Gráfico 5: Variação da Salinidade nas cisternas analisadas.



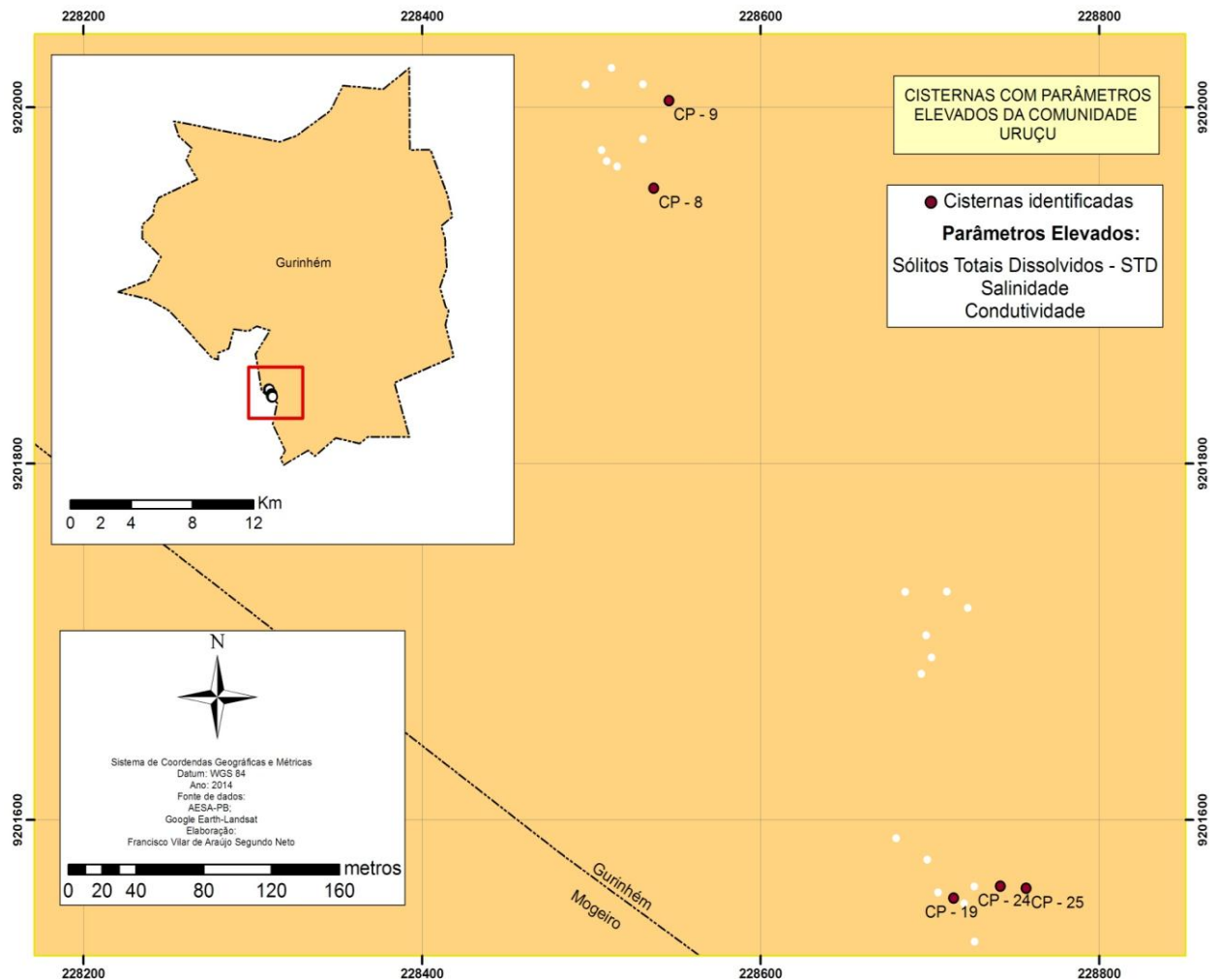
Levando em consideração a área onde ocorreram as coletas, as condições dos reservatórios e localização dos mesmos, pode-se dizer que geralmente, as águas represadas no interior das cisternas não apresentam teores elevados quando diz respeito à salinidade devido às formas de captação da água, que na maioria das vezes são provenientes de precipitações pluviométricas, ou seja, o abastecimento ocorre em suma através das águas de chuva. Desta forma, conclui-se que nenhum dos reservatórios obteve valores fora dos limites estabelecidos pelo CONAMA.

## 4.2 – Aspectos relacionados à higiene nas Cisternas

De modo geral, é notório que mesmo estando dentre os padrões estabelecidos e citados aqui, os reservatórios CP-8, CP-9, CP-19, CP-24, CP-25, foram considerados os mais expressivos quanto aos seus valores apresentados nas demais cisternas. Isso pode estar diretamente ligada às formas em que esses reservatórios se encontravam, ou seja, com problemas de higienização. Durante a coleta dos dados foi possível visualizar e ouvir dos moradores como acontecia o processo de higienização dos reservatórios. A água na maioria das vezes chega às cisternas através de encanações confeccionadas pelos próprios moradores

utilizando canos de PVC, os processos de captação nessas estruturas acontecem da seguinte forma: a água é captada no telhado da casa, levada até as calhas e posteriormente arrastada até os canos que levam até a cisterna (Figura 8).

**Figura 8: Cisternas que apresentaram os teores mais elevados.**



Fonte: Elaborado por Segundo Neto.

**Tabela 3: Coordenadas Geográficas das cisternas analisadas.**

Cisterna de Placa	Latitude (S)	Longitude (W)
CP - 1	7° 12'45,2"	35° 27'30,2"
CP - 2	7°12'45,5"	35°27'30,7"
CP - 3	7°12'45,5"	35°27'29,6"
CP - 4	7°12'46,7"	35°27'30,4"
CP - 5	7°12'46,9"	35°27'30,3"
CP - 6	7°12'47,0"	35°27'30,1"
CP - 7	7°12'46,5"	35°27'29,6"
CP - 8	7°12'47,4"	35°27'29,4"
CP - 9	7°12'45,8"	35°27'29,1"
CP - 10	7°12'54,8"	35°27'24,6"
CP - 11	7°12'54,8"	35°27'23,8"
CP - 12	7°12'55,1"	35°27'23,4"
CP - 13	7°12'55,6"	35°27'24,2"
CP - 14	7°12'56,0"	35°27'24,1"
CP - 15	7°12'56,3"	35°27'24,3"
CP - 16	7°12'59,3"	35°27'24,8"
CP - 17	7°12'59,7"	35°27'24,2"
CP - 18	7°13'00,3"	35°27'24,0"
CP - 19	7°13'00,4"	35°27'23,7"
CP - 20	7°13'00,5"	35°27'23,5"
CP - 21	7°13'01,2"	35°27'23,3"
CP - 22	7°13'0,19"	35°27'23,3"
CP - 23	7°13'0,20"	35°27'22,8"
CP - 24	7°13'0,19"	35°27'22,8"
CP - 25	7°13'0,23"	35°27'22,3"

**Figura 9: Detalhamento da captação da água nas cisternas.**



**Fonte: Acervo Segundo Neto, 2013.**

Alguns proprietários nos relataram que suas cisternas nunca haviam tido sido esvaziada, algo visto de forma positiva por eles, já que desta forma nunca os faltaram água, todavia, se o reservatório nunca secou consequentemente não foram higienizados. Ao abrir a tampa do reservatório foi possível constatar a presença de insetos e anfíbios, tais como baratas e rãs (Figura 10) é o que podemos detectar observando a imagem:

**Figura 10: CP- 19/ Insetos alojados no interior da cisterna.**



**Fonte: Acervo Eliane Campos, 2013.**

O problema de higienização é algo comum na comunidade, segundo o agente comunitário do sítio, a região abordada é a mais propícia a problemas de saúde que podem ter ligação com o tratamento de água propiciando problemas como a diarreia, em conversa, o agente conta que sempre orienta a população a deixar a primeira água lavar o telhado e a calha e em seguida conectar a calha à cisterna. As orientações ainda se estendem quanto aos cuidados ao utilizar a água, como ferver antes de usar e tampar bem a saída de água das cisternas, porém, alguns moradores não seguem a risca e propiciam oportunidade para que alguns animais entrem pelas brechas e se alojem no interior das cisternas, acontecendo de morrerem dentro do reservatório (Figura 11) ou até mesmo fazerem do reservatório seu *habitat* (Figura 12).

**Figura 11: CP- 9/ Insetos mortos boiando na água do interior da cisterna.**



**Fonte: Acervo Eliane Campos, 2013.**

**Figura 12: CP-25/ Insetos se locomovendo no interior da cisterna.**



**Fonte: Acervo Segundo Neto, 2013.**



## 5- CONSIDERAÇÕES

Diante do que foi exposto, mesmo com algumas limitações, percebe-se que a cisterna de placa vem sendo uma boa forma de armazenamento de água. Uma tecnologia não só relevante por sua comodidade e eficiência, mas também como qualidade de vida. Os resultados obtidos não fugiram dos padrões determinados, foi visto que tantos os padrões físicos como químicos não foi encontrado nenhum tipo de anomalia, porém, o que poderia ser destacado com maior relevância é o contexto da higienização.

Verifica – se que há uma preocupação quanto à higiene nos reservatórios. Em quase todas as cisternas foi encontrado algum tipo de animal se abrigando, muitas vezes chegando a óbito e os proprietários não os retira. O fato das cisternas serem construídas recentemente passa a ideia de que a estrutura continua ainda em bom estado. Leva-se a crer que a população apenas se preocupa com o nível de água em que os reservatórios se encontram e não com as formas físicas do mesmo.

Os materiais utilizados para a retirada da água ou para apara-la muitas vezes também se apresentam como forma de contaminação a água, os baldes, como exemplo, são um dos vetores importantes quanto a isso, quem retira a água da cisterna sempre dispõe de manter o balde em contato com o solo e conseqüentemente com a água do reservatório. As calhas recebem as águas dos telhados que por muitas vezes podem abrigar fezes de animais e desta forma arrasta-los para seu interior. As bombas utilizadas pelos moradores para a retirada da água funcionam manualmente e não apresentam cuidados com a higiene.

É essencial que haja a adoção de diversas iniciativas sanitárias ao longo do sistema de captação e conseqüentemente, do armazenamento. A higiene deve começar desde a recepção das águas das chuvas, ou lavam-se as calhas, ou de forma mais simplória, espera que a chuva lave o telhado e a própria calha com suas primeiras águas, em seguida, instala-se o sistema de captação, com isso pode-se amenizar as ações de possíveis contaminações da água.

Podemos levar em consideração também a forma como os reservatórios são fechados, na construção da própria cisterna é feito uma tampa, geralmente de concreto, que serve como tampa, facilmente retirada por qualquer pessoa, alguns proprietários utilizam cadeados para fechar com segurança. Todavia, esquecem-se das aberturas e fendas que se abrem na estrutura, propiciando a entrada de insetos e animais de pequeno porte.

Nesse sentido, constata-se que a Educação Ambiental pode ser um instrumento de sensibilização das comunidades usuárias e que desta forma pode-se promover uma



participação mais efetiva na gestão dos recursos hídricos, cabe aos moradores da comunidade gerar estratégias para a conservação e monitoramento dos reservatórios, aproveitar os benefícios que as tecnologias sociais vêm trazendo para as áreas que sofrem com o estresse hídrico e melhorar esse grande salto da população que vive e convive com o semiárido.

## 6- REFERÊNCIAS

\_\_\_\_\_. As soluções sob medida em tecnologia ambiental. **AgSolve**. Disponível em: <http://www.agsolve.com.br/dicas-e-solucoes/como-e-porque-medir-a-condutividade-eletrica-com-sondas-multiparametros/> Acesso em 01 de Mar. 2014

\_\_\_\_\_. Comitê de Entidades no Combate a Fome e Pela Vida. COEP. Disponível em: <http://www.comunidadescoep.org.br/WebSite/Web/> Acesso em 25 de Jan. 2014.

\_\_\_\_\_. Fundação Banco do Brasil. FBB. **Conceito de Tecnologia Social**. Disponível em: [www.fbb.org.br/tecnologiasocial/o-que-e/tecnologia-social/](http://www.fbb.org.br/tecnologiasocial/o-que-e/tecnologia-social/) Acesso em 12 de Jan. 2014.

\_\_\_\_\_. Hanna, **Instruments**. Disponível em: <http://www.hannabrasil.com/produtos/instrumentos-multiparametros/medidor-multi-parametro-de-qualidade-da-agua/> Acesso em 07 de Fev. 2014.

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. **Portaria nº 518**, de 23 de março de 2004. Disponível em: <http://dtr2001.saude.gov.br/sas/PORTARIAS/Port2004/GM/GM-518.htm> / Acesso em 22 de Fev. 2014

\_\_\_\_\_. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional dos Recursos Hídricos**. Brasília, DF, Disponível em: <http://www.mma.gov.br/> Acesso em: 05 de Fev. 2014.

\_\_\_\_\_. Tecnologia em Análise de Águas. Serviço Ambiental Urbano, **InfoÁgua**. Disponível em: <http://www.infoaguas.com.br/modulos/canais/descricao.php?cod=49&codcan=4/> Acesso em 03 de Mar. 2014

ALBUQUERQUE, T.M.A. **Seleção multicriterial de alternativas para o gerenciamento de demanda de água na Escala de Bairro**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2004.

AMORIM, M, C, C.; PORTO, E, R. Avaliação da qualidade bacteriológica da água de cisternas: Estudo de caso no município de Petrolina – PE. In SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMI-ÁRIDO, 3.,2001, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande, 2001. CD ROM.

ANA – Agencia Nacional de Água. **Programa de Formação e Mobilização Social para a Convivência com o Semi-Árido: Um Milhão de Cisternas Rurais – P1MC.**

ANDRADE NETO, C, O. **Proteção sanitária das cisternas rurais.** In ANAIS DO SIMPÓSIO LUDO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL 11. 2004, Natal-RN. **Anais...** Natal: ABES/APESB/APRH, 2004.

BRAGA,B.; PORTO, M.; C. E. M. **Monitoramento de quantidade e qualidade das águas.** In: REBOUÇAS, A. da C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Ed.). **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação.** São Paulo: Escrituras: USP/ABC, 2006, cap19, p. 637 – 649

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Secretaria de Recursos Hídricos. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca.** Brasília/DF, Ago. 2004<sup>a</sup>.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. CPRM. **Geologia e recursos minerais do Estado da Paraíba.** Recife: CPRM, 2002. 142p.

BRITO, L. T. L; SILVA, A. S. S. Água de Chuva Para Consumo Humano e Produção de Alimentos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA. **ÁGUA DE CHUVA: Pesquisas Políticas e Desenvolvimento sustentável**,6.,2007, Belo Horizonte – MG. **Anais...** Belo Horizonte, 2007

FERREIRA, I. DE A.R. **Política e participação: o Programa Um Milhão de Cisternas como Estratégia de superação do clientelismo.** In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS. 4., 2008. Brasília, 2008.

FORNARO, A.; GUTZ, I. G. R. Wet deposition and related atmospheric chemistry in the São Paulo metropolis, Brazil: Part 2. Contribution of formic and acetic acids. **Atmospheric Environment**, v 37, p. 117-128, 2003.

FUNASA. Proteção Sanitária das cisternas utilizadas na preservação de águas pluviais para uso domiciliar: aspectos técnicos e educacionais. **1º Relatório parcial de atividades.** Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

FUNASA. Proteção sanitária das cisternas utilizando na preservação de águas pluviais para uso domiciliar: aspectos técnicos e educacionais. **1º Relatório parcial de atividades.**

Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais, 2005.

GONDIM, R.S. Difusão da captação de água de chuvas no financiamento rural. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CAPTAÇÃO DE ÁGUA DE CHUVA NO SEMIÁRIDO, 3.2001. Campina Grande-PB. **Anais...** Campina Grande, 2001

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 2010. **Cidades**. Revisão 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 16 de Dez. 2013.

PALMIER, L. R; GNADLINGER, J. Tecnologias de captação e manejo de água de chuva para o semi-árido brasileiro. In: Encuentro por nueva cultura del agua em América Latina, Fortaleza – CE. **Anais...** Fortaleza, 2005.

PATHAK, N.; HEIJEN, H. **Health and Hygiene Aspects of Rainwater for Drinking**. In: Sustainable Development of Water Resources, Water Supply and Environmental Sanitation: Proceedings of the 32<sup>nd</sup> WEDC International Conference. Loughborough: Who South East Asia Regional Of. Ce, New Delhi .WEDC, Loughborough University, 2006.

\_\_\_\_\_. RESOLUÇÃO CONAMA N°**357** DE 17 DE MARÇO DE 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em Fev. 2014.

TAVARES, A. C. **Aspectos, físicos, químicos e microbiológicos da água armazenada e cisterna de comunidades rurais no semi-árido paraibano** [manuscrito]/ Adriana Carneiro Tavares Tavares, 2009 169f.: Il. Color.

TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva**: Aproveitamento de água de chuva para áreas urbanas e fins não potáveis. São Paulo: Navegar, 2003.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Almost half the world's people have no acceptable means of sanitation**. 22 Nov. 2000. Disponível em: <http://www.who.int/inf-pr-2000/en/pr2000-73.html>> Acesso em: 14 Fev. de 2014.